

# 線切割 vs. 砣切割

## ——凌家灘水晶耳璫凹槽的製作實驗\*

鄧聰  
香港中文大學  
中國考古藝術研究中心

### 提 要

目前學術界對史前玉器技術的爭議，砣具的有無，仍然是琢玉的核心問題所在。本文嘗試就聚訟最多的砣與線切割如何鑒別的難題入手討論。文中以凌家灘87M15:34一件水晶耳璫的凹槽作為個案探討，從實驗考古學角度，分析製作凹槽技術的特徵。從越槽切割面和斜壁面的特徵，都顯示了M15:34水晶耳璫的凹槽，不是由砣具或其他片切割技術製作，而只有可能是由砂繩切割而成。

關鍵詞：凌家灘水晶耳璫、實驗考古、線切割、砣切割

---

\* 2005年3月6日完稿於懷柔堂，The work described in this paper was fully supported by a grant from the Research Grants Council of the Hong Kong Special Administrative Region. (Project no. CUHK 4009/02H)

## 一、前 言

近百年來我國史前玉器的出土十分豐富。從世界人類科技史角度考察，中國前史玉器的工藝，無疑是一項極為重大的技術成果。廿一世紀古玉技術的研究，肯定是我國考古學的重頭戲之一。展望未來中國玉器研究中，當務之急是對玉器技術術語的釐定統一，為系統的玉器研究提供最重要的基礎。<sup>1</sup>

目前學術界對玉器技術探索，仍處於起步的階段。2003年由臺灣大學錢憲和出版的《史前琢玉工藝技術》一書中，充份反映出玉器工藝研究的狀況，呈現出極端分歧和矛盾的局面。錢憲和總結這種混雜的現況為：

專家們對一些同樣器物觀察解釋意見仍然極為分歧，仍然停留在各自表述意見的方式上，對各種術語在概念上仍沒有共同的語言。很明顯的意見的分歧，仍然主要是砣具的有無，竹管、骨管能否鑽出工整的、極細又均勻的圓槽溝，以及一些拋物線形的痕跡，是圓盤、砣切割，還是柔性線切割的爭議，以及琢玉工具的材質、類型及旋轉運動的方式的爭議。<sup>2</sup>

筆者認為，現今有關古代玉器工藝研究紛爭的背後，實質上是牽涉到對玉器如何觀察、解釋和紀錄的問題。從考古學角度而言，工藝技術研究是古代玉器問題探索的核心。有關古玉研究最基礎的工作，不外乎是如何就玉器製作生產與消費過程中各種資料，作出正確觀察與分析。否則玉器相關資料的價值，可能會變得毫無意義。其次在玉器工藝研究基礎上，再提升到玉文化的社會、政治等範圍的討論。<sup>3</sup> 因此，玉器研究者間對玉器技術的基礎，必須尋求一定的共識。目前最使我們困惑的，正是學術界對玉器工藝的理解，缺乏最起碼共通語言的基礎。玉器技術上很多重大的問題上，都是「此亦一是非，彼亦一是非」，退而求其次的，只好求自保，「各家自掃門前雪」的地步。連專家們都是眾說紛云，莫衷一是。無怪乎一些局外人，一方面對史前玉器精湛的技術，合掌贊嘆，但看到專家們的意見如此紛雜矛盾，使人無所適從。目前我們對玉器工藝的理解，很明顯這種「各自表述」的狀況，並不健康，其禍害輕則使相關的研究停滯不前；重則使

1 鄧聰，〈玉器技術三題〉，錢憲和客座主編，《海峽兩岸古玉學會議論文專輯》II（臺灣：國立臺灣大學出版委員會，2001），頁563-570。

2 錢憲和、方建能，〈主編序〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》（臺北：國立臺灣博物館，2003），頁II-III。

3 寺村光晴，〈“玉”研究に思う〉，《東アジアの古代文化》，100號（1999年）。

人誤解玉器學術的研究，毫無客觀可言。

目前學術界對史前玉器技術的爭議，砣具的有無，仍然是琢玉的核心問題所在。<sup>4</sup> 本文嘗試就聚訟最多的砣與線切割如何鑒別的難題入手討論。文中以凌家灘 87M15:34一件水晶耳璫的凹槽作為個案探討，從實驗考古學角度，分析製作凹槽技術的特徵。選取凌家灘 87M15:34水晶耳璫作為討論的核心，有以下幾點的原因。

第一：自1987至2000年間安徽省文物考古研究所在凌家灘遺址進行了四次發掘工作。凌家灘遺址的年代，大約屬於距今5300多年前。在這裡出土大量精美的玉器，是由田野考古取得具有科學意義的資料。<sup>5</sup>

第二：目前我國玉器學界對線或砣切割技術的分辨，適以凌家灘遺址玉器上痕跡為最具爭議交鋒的焦點。<sup>6</sup> 這個問題的解決，對5000多年前砣具有無的認識，起著關鍵的意義。

第三：在迄今所公布凌家灘遺址資料，其中尤以1987年發掘的M15墓的出土狀況甚為詳盡。<sup>7</sup> M15:34水晶耳璫共存的玉器、石器和陶器關係，已有文字和線圖發表。這對我們認識M15:34水晶耳璫的存在狀況（context），有很良好的基礎。

第四：迄今發掘者對M15:34水晶耳璫表面的痕跡，先後兩次發表了顯微觀察與研究的成果，並公布了該器物十四張不同角度拍攝的顯微照片，提供了實物對比認識的基礎。<sup>8</sup>

4 牟永抗，〈關於史前琢玉工藝考古學研究的一些看法〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》（臺北：國立臺灣博物館，2003），頁19-40。

5 a. 張敬國，〈安徽含山凌家灘新石器時代墓地第二次發掘的主要收穫〉，《文物研究》，第7期（合肥：黃山書社，1991），頁259-267。b. 張敬國，〈安徽含山縣凌家灘遺址第三次發掘簡報〉，《考古》，1999年11期，頁1-12。c. 張敬國，〈安徽含山凌家灘新石器時代墓地發掘簡報〉，《文物》，1989年4期，頁1-9。d. 張敬國，〈凌家灘聚落與玉器文明〉，錢憲和客座主編，《海峽兩岸古玉學會議論文專輯》II，頁221-230。

6 a. 楊伯達，〈試論先玉器工藝及玉器工藝之區別與特點〉，《考古》，2004年10期，頁62-68。b. 張廣文，〈凌家灘出土新石器時代玉器上的“V”“U”形截面加工痕與片狀厚砣具的使用〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》（臺北：國立臺灣博物館，2003），頁61-68。c. 同註4。d. 黃宣佩，〈良渚玉器上砣研痕之研究〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，頁67-86。

7 同註5a。

8 a. 張敬國、楊竹英、陳啓賢，〈凌家灘出土玉器微痕跡的顯微觀察與研究〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，頁41-60。b. 張敬國、楊竹英、陳啓賢，〈凌家灘出土玉器微痕跡的顯微觀察與研究——中國砣的發現〉，《東南文化》，2002年5期，頁16-27。

第五：筆者在1999年5月及2004年11月兩次訪問合肥安徽省文物考古研究所期間，幸蒙張敬國先生慷慨賜示M15:34的水晶耳璫。由筆者以低倍數手提放大鏡（12X）過眼觀察。

下文首先詳細綜合張敬國先生等對M15:34的水晶耳璫凹槽研究的成果。其次介紹由本校呂紅亮和陳璋仿製M15:34水晶耳璫凹槽實驗工作及觀察成果。謹以拙文就教於大方之家。

## 二、耳璫槽為砣切割說

凌家灘 87M15:34水晶耳璫是本文討論的核心。這裡先交代這件水晶耳璫發現的一些情況。1987年凌家灘第二次發掘出土共11處墓葬。本文所討論水晶耳璫是出於第十五號墓（M15），編號34號。據張先生的報道，M15開口第四層下，打破第五、六層和生土。墓坑長250，寬134-142厘米；墓底至口高20厘米。隨葬器物123件，其中陶器17件，石器16件，玉器90件。陶器器型有豆壺、豆、圜底罐、圈足壺、平底壺、大口缸和紡輪等。石器有鏟、斧、鏹和鉞等。至於玉器之豐富，令人瞠目。從已發表M15平面圖觀察，原來埋藏的人體很可能是頭南腳北。陶器一般集中於死者的腳部或身體下肢一側及腳底附近。頭及胸部位置周圍，出土大量的玉器。據筆者的初步推測，死者胸前放置有大量玉璜，頭上有兩件冠狀玉飾（圖1）。此外頭的兩側各出土一件耳飾<sup>9</sup>，其中左側的M15:34水晶耳璫，就是本文討論的核心。

張敬國、楊竹英和陳啓賢三位先生就M15:34水晶耳璫的形制和工藝，發表詳細觀察及照片。M15:34水晶耳璫呈扁圓球形，球體偏側一邊有凹槽。耳璫高1.2、徑1.5、凹槽寬0.3、深0.2厘米。有關耳璫凹槽形態方面，原報告者觀察認為：

將凹槽部份放大20倍，見有磨擦凹痕，非常直，計有4道。靠近底部的一道凹痕（簡稱B1），最寬約0.4毫米，斷面呈直角槽形，底面平滑；其上一道凹痕（B2）斷面斜向一邊；再上一道凹痕（B3）斷面呈三角形；最上一道凹痕（B4）即靠近球體位置的斷面呈圓弧形。由這四道不同的凹面組成寬度為0.3厘米的凹槽柄。（圖2）<sup>10</sup>

9 鄧聰，〈從河姆渡的陶質耳栓說起〉，《杭州師範學院學報》，2000年2期，頁14-21。

10 同註8b，頁18。

上文中謂：「……磨擦凹痕，非常直，計有4道」，這4道磨擦的凹痕，都是見於「凹槽柄」圓柱體上。可能是作者的筆誤，否則不會把弧狀的擦痕都寫成「非常直」。弧線和直線的區分，相信是有一定的客觀準則。究竟4道磨擦凹槽是如何製作形成的呢？報告者認為：「從這四道凹痕觀察，其表面平直光滑，顯然應是高速旋轉碾琢留下的痕跡……而鏡下所見平行排列的磨擦線痕肉眼根本就看不到。」這裡的「平直光滑」、「平行排列」與上文「非常直」相互呼應。這確是令人相當費解的。看來作者是認為「高速旋轉碾琢」做成的痕跡，應該就是「非常直」或「平直光滑」。作者沒有進一步明言「高速旋轉碾琢」工具的內涵。只是補充說：「……耳璫凹槽部位的琢製，離開「車床」和工夾具一類的裝置也不能完成。」<sup>11</sup>

張敬國先生的另一論文曾指出：

出土的文物證明，凌家灘先民已經發明機械砣具，用砣具進行片狀切割，用砣砂輪進行琢磨拋光。在使用砣具時已發明了原始車床和鑽床，在使用砣具時，被切割品必須要固定在平面上，這就是原始的車床。<sup>12</sup>

以上反映了原報告者對M15:34水晶耳璫製作的一些意見。

### 三、耳璫槽線切割實驗

2004年11月3至7日間，筆者承張敬國先生邀請，又一次訪問了合肥安徽省文物考古研究所。4日在張先生引導下，重遊了巢湖一帶，特別是凌家灘遺址各處發掘的區域。5日在考古所內，筆者與張先生及楊竹英研究員一同觀察了若干凌家灘遺址出土文物，得以親手接觸到玉器實物，受教益匪淺，大飽眼福，人生幸何如之。張先生對於凌家灘玉器的研究，鞭辟入裏，如98M29:15玉人背後隧孔上玉芯意義的論述等。然而，張先生論及某些問題如凌家灘玉器中砣具的加工，卻非筆者所敢領教。我認為凌家灘玉器並無砣具加工。在觀察M15:34水晶耳璫凹槽之際，我相信該器的凹槽為線切割技術所製成。張先生不以為然。我告訴先生回港後將以實驗證實自己的見解，為比較參考之便，乞請先生惠賜水晶耳璫凹槽照片乙張，供研究發表之用。

11月29日至12月3日，幸得以邀請張先生來我校香港中文大學訪問。30日張

11 同註8b，頁26。

12 張敬國，〈讀玉凌家灘〉，《安徽科技》，2002年1、2期，頁62-64。

先生在中國考古藝術研究中心觀察了本校所藏大嶼山白芒遺址玉作坊資料，對玉作坊流程中各種形態毛坯、半製成品、角料等及玉器加工的工具，作了深入的觀察。在港期間，張先生依約惠贈筆者幾張水晶耳璫的數碼照片。這幾張照片曾在先生發表的論文中，已一再引用過，當然是十分珍貴的科學資料。上述簡略記述筆者與張先生在凌家灘遺址出土玉器工藝切磋的一些歷程。筆者既有緣得凌家灘玉器的光華，又幸蒙張先生慷慨惠贈極其難得的照片，因此對M15:34水晶耳璫的凹槽，進行了實驗複製。以下簡述報道複製過程和觀察結果。

從2004年9至10月期間，筆者與中國考古藝術研究中心同事呂紅亮及陳璋合作，共同進行線切割技術玉石實驗工作。所謂線切割是指柔性線狀物帶動砂粒分割固體。有關水晶耳璫凹槽的線切割實驗工作，由呂、陳合力完成。實驗製作過程和製成品分別由呂和鄧拍攝。

### （一）實驗材料

#### 1. 切割石材方面

我們在羅湖商業城買入一些圓水晶球，直徑為1.5厘米。此水晶基本為透明無色，表面打磨光滑，大小與M15:34水晶耳璫相當。

#### 2. 切割工具方面。

##### （1）柔性線切割

本實驗仍以麻繩為切割工具，單根直徑0.15厘米。實驗中使用長度40至50公分長麻繩為切割工具，由手各執兩端把繩壓在水晶球上環繞拉動切割。

##### （2）硬性片切割

以市售家用磨刀石為原料，用鋼鋸鋸出長條形薄片石鋸，並磨出刃部。

#### 3. 解玉砂

為石英砂，直徑在0.02至0.15厘米，均隨意在香港海邊採集。

#### 4. 固定工具

以小型金屬虎鉗固定。為避免水晶球直接被虎鉗夾裂，水晶球兩側以大理石環隔離虎鉗固定。

### （二）實驗操作（圖3：1-4）

1. 固定水晶球於虎鉗夾上。水晶球與虎鉗間墊以大理石環，起穩固水晶球

作用。

- 2.用石鋸在水晶球直徑三分一位置上，鋸出一周淺槽，槽深約1、寬2毫米左右。槽寬稍大於石鋸刃部厚度。由於水晶球表面光滑，徒手石鋸操作切割，經常向兩側打滑。用石鋸開槽時間共用約6小時（圖版3：1）。
- 3.用單根長約50厘米的麻繩切割。一人執繩兩端，把帶濕砂麻繩在水晶球淺槽中往復勻速拉動（圖3：2-3）。另一人在側經常用手捏濕砂敷於繩上，以補充拉動中麻繩有足夠的含砂量。雖然已經有淺槽規範砂繩拉動切割的範圍，拉動中砂繩仍經常游動，不易固定工作，時而更越槽泛出淺槽的範圍。以上用砂繩切割水晶球工作日共五天，每天工作約5小時。合共切割時間約25小時，切割出一深約3毫米的凹槽（圖3：4）。

### （三）凹槽切割面觀察（圖4、圖5）

- 1.凹槽外圍面：兩側a1、a2的範圍都有若干加工痕跡。a1面近凹槽邊一側可見散發性方向不定的短線磨擦痕，是石刀開淺槽時留下的痕跡。a2的範圍大部份被細砂擦去原表面的光澤（圖4：a1-a2）。
- 2.越槽切面：凹槽兩側的緩斜面，b1面呈環帶狀，寬約2厘米；b2面的寬度較窄。兩者都是在線切割進行期間，砂繩游動出凹槽邊沿留下的痕跡（圖4：b1-b2）。
- 3.斜壁面：光滑急斜面，近於垂直。估計c1、c2兩側是由砂繩長時間在較固定位置環繞拉動而形成（圖4：c1-c2）。
- 4.U字狀底面：呈U字狀，中央部份為下陷最深的地方，也是砂繩下切最受力的先端部位。d面表面光滑如鏡，其上可見由環繞拉動砂繩留下弦線刻痕（圖4：d）。

## 四、實物對比觀察與餘論

張先生論文中M15:34水晶耳璫凹槽的B1至B4部份，大致相當於筆者所指U字狀底面。耳璫凹槽是由環繞拉動的砂繩下切形成。把以上實驗製品與M15:34水晶耳璫凹槽對比，可見兩者的形成機制，是完全相同的。然而，兩者在製作技術上，有明顯巧拙的差別。以下略討論兩者異同：

#### 第一：凹槽外圍面（a1、a2）

M15:34水晶耳璫凹槽外圍面，表面光滑透明。這很可能是在凹槽製作完成後，在表面再經過研磨拋光工序。實驗耳璫的外圍面，保留有較多製作凹槽時所留下石刀切割等痕跡。

#### 第二：越槽切面（b1、b2）

M15:34水晶耳璫凹槽的越槽切面範圍較窄，較寬的位置亦不足1毫米。實驗耳璫的越槽切面相當寬闊，b1面的寬度近2毫米，呈緩斜面。在砂繩環繞拉動過程中，由於徒手無法長期固定在同一角度操作，每一次拉動砂繩軌跡，都不可能是完全相同的。砂繩的游動是必然的，也是線切割技術的最重要特徵之一。上述兩者凹槽外沿都出現越槽切面痕跡，充份說明M15:34水晶耳璫的凹槽，是由線切割技術所製成。從耳璫的外觀考慮，越槽切面的範圍越窄越好。M15:34水晶耳璫製作者，能高度自我控制，減少砂繩在拉動時左右的游動，形成的越槽切面僅在凹槽外圍極窄的範圍。這方面實驗耳璫的製作就顯得欠精練準確。

#### 第三：斜壁面（c1、c2）

M15:34水晶耳璫斜壁面的波狀弧凸比較發達。實驗耳璫的斜壁面波狀弧凸較弱。這種表面帶波狀凸起弧面的形成，是任何硬片切割所無，同樣是線游動切割的特徵。

#### 第四：U字狀底面（d）

M15:34水晶耳璫U字狀的底面，有若干高低的落差。實驗耳璫的U字狀底面則較平緩。從M15:34水晶耳璫U字狀底面高低落差顯示，砂繩的直徑粗度可能較小。

從以上討論反映，從越槽切面和斜壁面的特徵，都顯示了M15:34水晶耳璫的凹槽，不是由砣具或其他片切割技術製作，而只有可能是由砂繩切割而成。近年筆者不自揣淺陋，提倡玉器工藝學的研究，要建立在科學方法基礎上，就是：

接近自然科學的守則，以一些客觀可測量或非測量的屬性，建立一些共同的基準，不同研究者用同一方法可以得同樣相近似的觀察結果。此種觀察及測量具有可以重複和審核的特性。<sup>13</sup>

玉器客觀的記述，必然是以玉器的屬性分析著手。玉器上的痕跡，可以通過民族學或實驗考古資料去對比重複審核。本文用麻繩帶動石英砂切割水晶，成功

地仿製出與考古出土器物相同的凹槽及切割特徵。這樣的實驗方法是任何人都可以再重複的，又可以再審核的特徵。在這次實驗工作中，我們有以下一些感受。

第一：水晶球必須百分百被固定，否則凹槽切割無可能進行。今後在研究玉作坊資料時，要充分考慮固定技術是否有痕跡可查。據筆者所知，舊石器時代晚期距今二萬年前，從細石葉石核臺面上要剝下細石葉，也要把石核固定後，才能剝離細石葉。因此小型器物固定技術的起源很早。器物的固定技術是水晶球凹槽切割之先要條件。

第二：線切割之先，必須由片切割先開槽引導。這在良渚玉料上已屢見不鮮。以片切割在水晶球光滑表面上開槽，亦非易事。

第三：水晶可能比軟玉的硬度還稍大。我們以麻繩帶動普通石英砂，就可以切開水晶的凹槽。這確實是說明柔能制剛最好的例子。但操作過程中，砂繩切割2至3毫米深度的水晶凹槽，就耗時約25個工時。體力付出也相當大。這次我們只利用現成水晶球加工，未有進行從開片製作毛坯至成品後表面拋光等實驗。但只要想像一下，要從開始到最後加工成M15:34的水晶耳璫樣子，無論如何100工時也是最起碼的時限。古人的玉器，確是得來不易。

我相信根據上述實驗及精細對比出土玉器的方法，目前我國史前玉器技術上很多的爭議，是可以得到平息的。看來只要得其門而入，一些看來好像是難以解決的學術難題，如線與砣切割分辨之爭，在科學的方法下，必然是迎刃而解的。這些問題本身在點破後，不過如此這般，也並沒有什麼深不可測的玄機。任何有心人都可以拿起一些極其簡單工具，用一條繩子，一把石刀，嘗試切割一下，就馬上可以體驗柔性與片切割的差異。目前我國玉器工藝學上所謂「各自表述」現況，並非與學術上審慎的態度相關。有些研究者以為玉器工藝學不外如是。「圖畫鬼物……畫者與觀者兩皆不知也。」<sup>14</sup> 看來這是我們特有的風土病態。這在別些國家中是罕有所聞的。石器工藝學在世界上都有共通的語言。我相信玉器工藝學也絕不例外。學者要研究玉器的工藝，必須具備嫺熟的石器製作知識。<sup>15</sup> 如果對石器沒有很好的研究基礎，對玉器工藝的理解也難以深入。久蓄是念，以質世

13 鄧聰，〈環珠江口考古的崛起——玉石飾物作坊研究舉隅〉，李世源、鄧聰編，《珠海文物集萃》（香港：中國考古藝術研究中心，2000），頁12-60。

14 陳寅恪，〈陳垣元西域人華化考序〉，《金明館叢稿二編》（北京：三聯書店，2001），頁270。

15 黃韻璋，〈《越南青銅時期玉石裝飾品作坊及製作工藝》讀後〉，《東南考古研究》（第三輯）（廈門：廈門大學出版社，2003），頁381。

之治玉學者。

## 後 記

本文是在張敬國先生啓發下執筆成文的。筆者非常感謝張先生賜示凌家灘玉器及指導觀察玉器之要點。筆者豈敢與先生論劍較量，拙作仿如佛頭著糞。不過，拙意在本著學習和追求真理的態度，亦敝帚自珍。如筆者基本上不認為在中國的新石器時代，有過任何用砣具切割玉器的痕跡。本文中提出線切割技術切開水晶凹槽一說，以實際行動企圖為現今玉工藝學混亂的局面，開闢新方向。有關線切割技術一些問題，近期其他拙作將在臺故宮月刊上相繼刊出。呂紅亮與陳瑋二君不辭勞苦，成功以砂繩切割水晶，長銘五中。

### 引用書目

寺村光晴

〈“玉”研究に思う〉，《東アジアの古代文化》，100號，1999年。

牟永抗

〈關於史前琢玉工藝考古學研究的一些看法〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，臺北：國立臺灣博物館，2003。

張敬國

〈安徽含山凌家灘新石器時代墓地第二次發掘的主要收穫〉，《文物研究》，第7期，合肥：黃山書社，1991。

〈安徽含山凌家灘新石器時代墓地發掘簡報〉，《文物》，4期，1989年4月。

〈安徽含山縣凌家灘遺址第三次發掘簡報〉，《考古》，11期，1999年11月。

〈凌家灘聚落與玉器文明〉，錢憲和客座主編，《海峽兩岸古玉學會議論文專輯》II，臺灣：國立臺灣大學出版委員會，2001。

〈讀玉凌家灘〉，《安徽科技》，1-2期，2002年1、2月。

張敬國、楊竹英、陳啓賢

〈凌家灘出土玉器微痕跡的顯微觀察與研究〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，臺北：國立臺灣博物館，2003。〈凌家灘出土玉器微痕跡的顯微觀察與研究——中國砣的發現〉，《東南文化》，5期，2002年5月。

張廣文

〈凌家灘出土新石器時代玉器上的“V”“U”形截面加工痕與片狀厚砣具的使用〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，臺北：國立臺灣博物館，2003。

陳寅恪

〈陳垣元西域人華化考序〉，《金明館叢稿二編》，北京：三聯書店，2001。

黃宣佩

〈良渚玉器上砣研痕之研究〉，錢憲和、方建能編著，《史前琢玉工藝技術》，臺北：國立臺灣博物館，2003。

黃韻璋

〈《越南青銅時期玉石裝飾品作坊及製作工藝》讀後〉，《東南考古研究》（第三輯），廈門：廈門大學出版社，2003。

楊伯達

〈試論先玉器工藝及玉器工藝之區別與特點〉，《考古》，10期，2004年10月。

鄧聰

〈從河姆渡的陶質耳栓說起〉，《杭州師範學院學報》，2期，2000年2月。

〈環珠江口考古的崛起——玉石飾物作坊研究舉隅〉，李世源、鄧聰編，《珠海文物集萃》，香港：中國考古藝術研究中心，2000。

〈玉器技術三題〉，錢憲和客座主編，《海峽兩岸古玉學會議論文專輯》II，臺灣：國立臺灣大學出版委員會，2001。

錢憲和、方建能編著

《史前琢玉工藝技術》，臺北：國立臺灣博物館，2003。

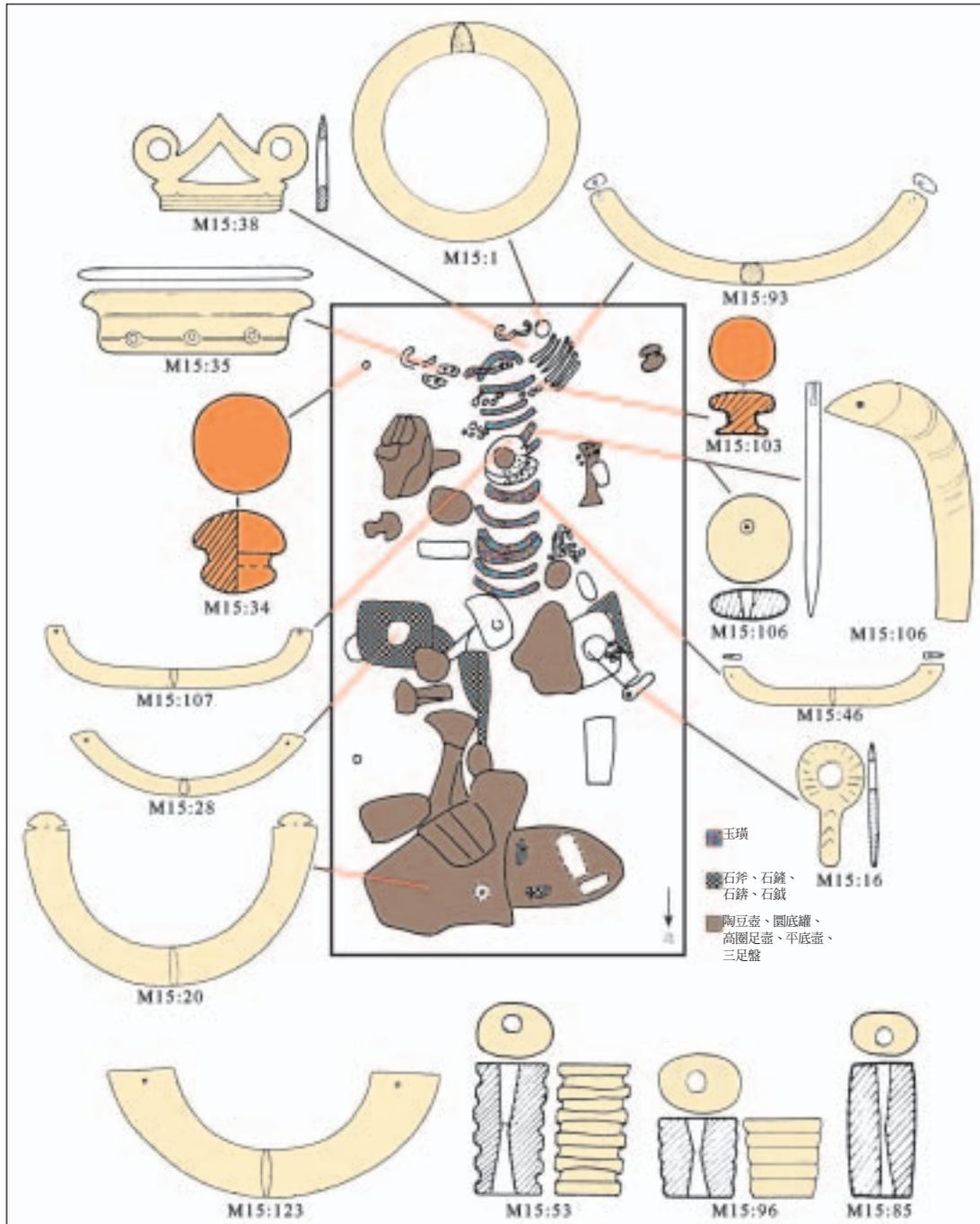


圖1 凌家灘M15出土水晶耳瑣及其遺物分布組合(依張敬國，1991，改訂)

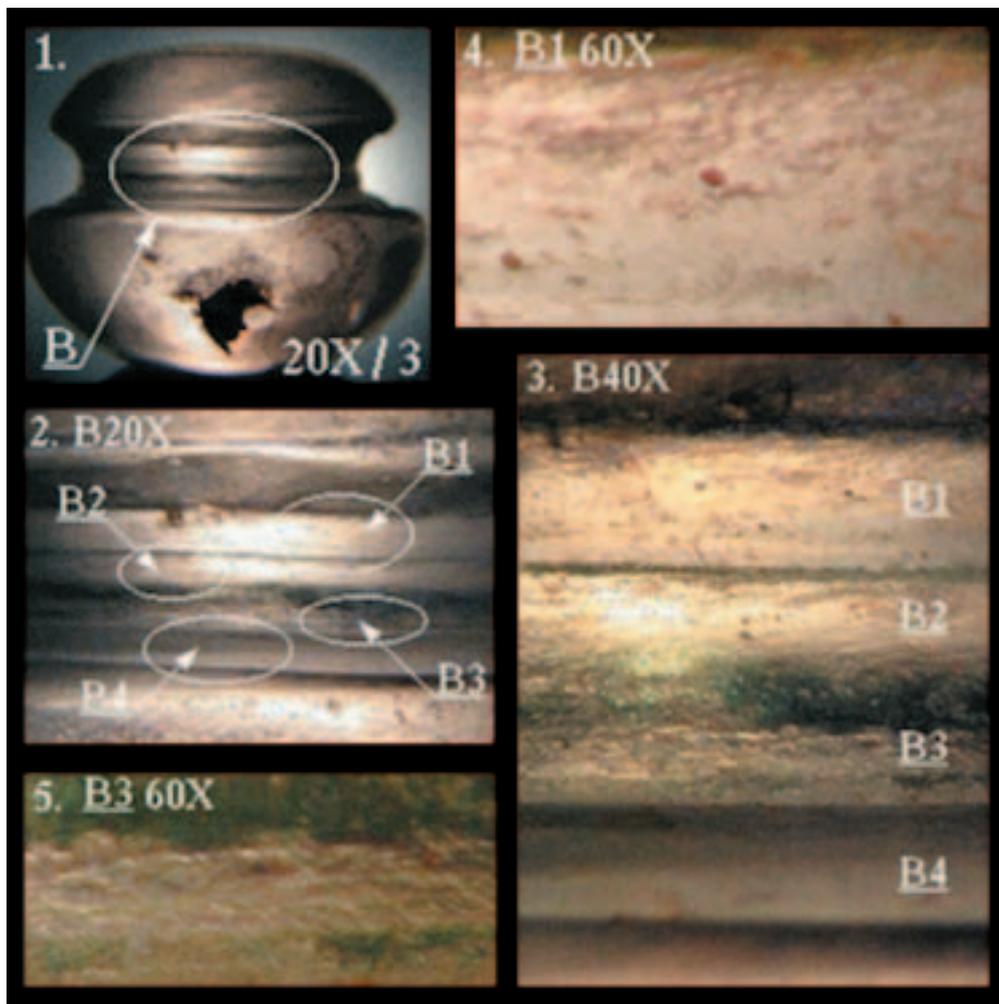
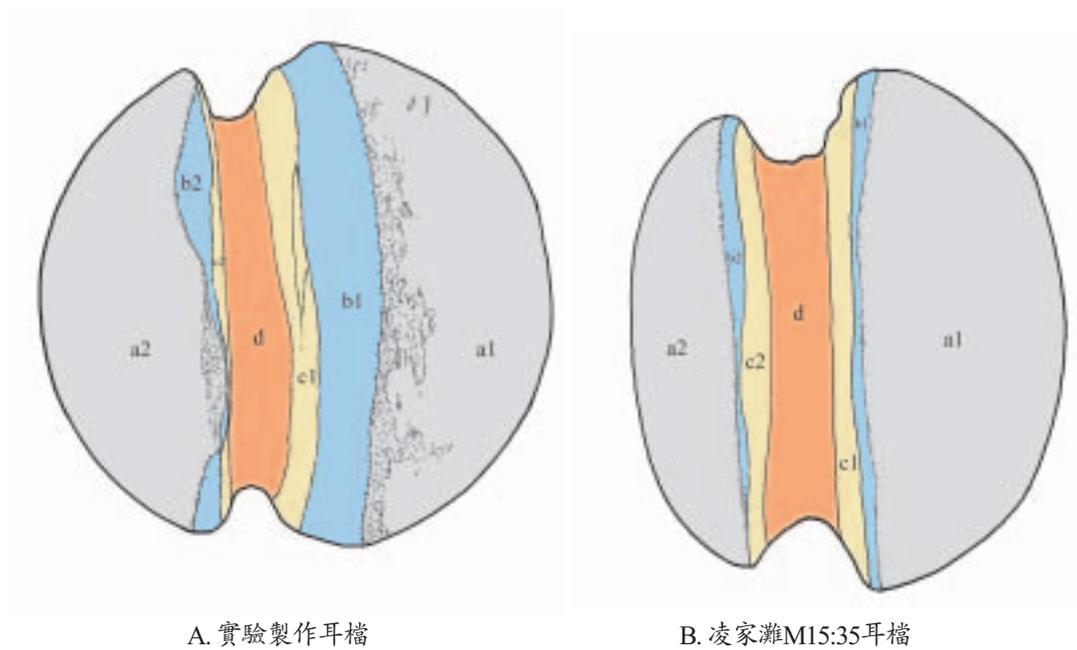


圖2 凌家灘87M15:34水晶耳璫凹槽部位的區分  
(依張敬國、楊竹英、陳啓賢，2002)





A. 實驗製作耳檔

B. 凌家灘M15:35耳檔

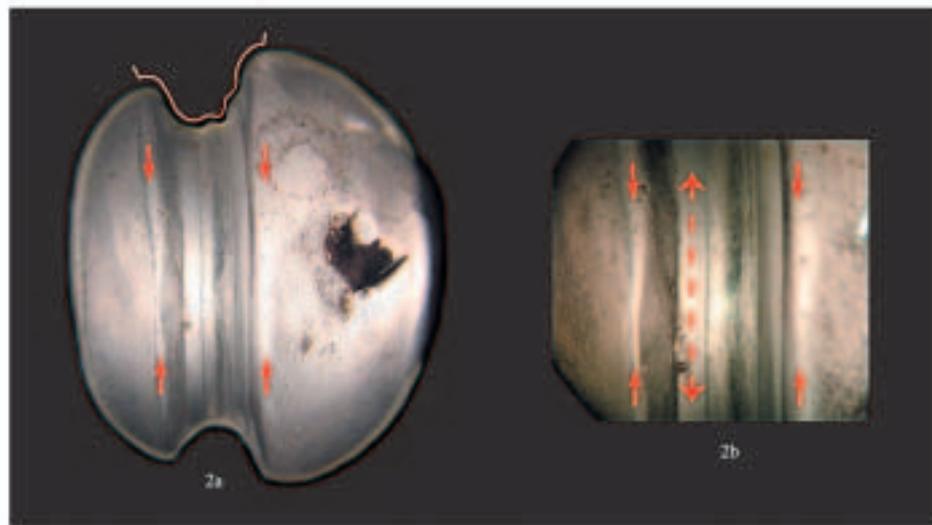
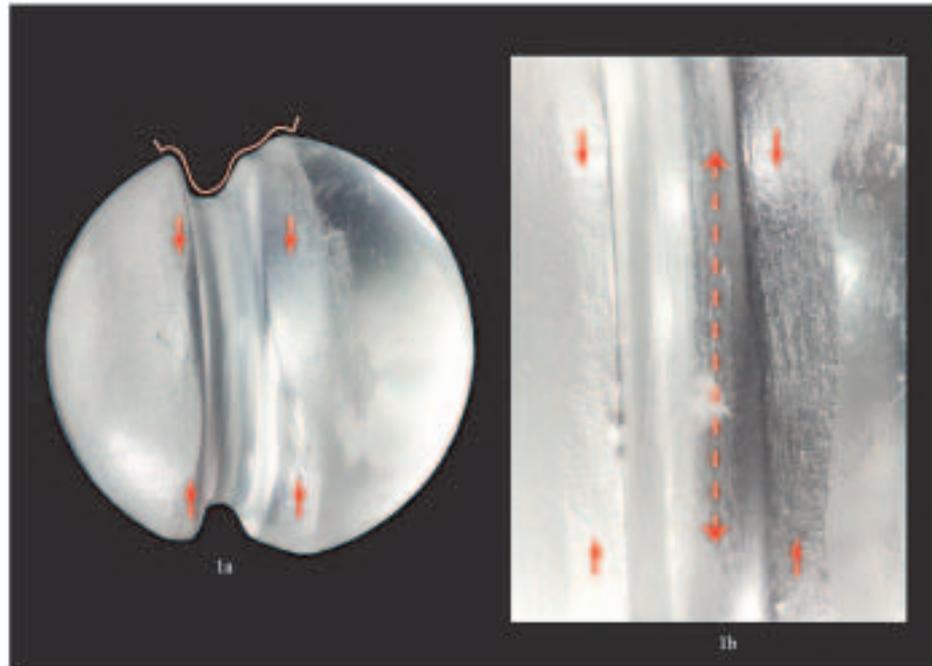
圖4 水晶耳瑤各部位痕跡區分

a1-a2. 凹槽外圍面

b1-b2. 越槽切面

c1-c2. 斜壁面

d. U字狀底面



→ 越槽切面上的線切割痕跡  
→ → U字狀底面上弧線痕  
~ 台階式斷面

圖5 水晶耳璫凹槽對比觀察  
1a-b. 實驗製作耳璫  
2a-b. 凌家灘M15:35耳璫